



TESIS - KI142502

***STUDI KINERJA WIRELESS ACCESS IN VEHICULAR ENVIRONMENT
802.11p PADA AD-HOC ON DEMAND DISTANCE VECTOR ROUTING
(AODV) DENGAN MODEL PROPAGASI NAKAGAMI DAN
TWORAYGROUND***

ERNA AUPARAY
NRP. 5115201028

DOSEN PEMBIMBING

Dr.Eng. Radityo Anggoro, S.Kom., M.Sc.
NIP. 19841016 200812 1 002

Royyana Muslim Ijtihadie, S.Kom., M.Kom., Ph.D
NIP. 19770824 200604 1 001

PROGRAM MAGISTER

BIDANG KOMPUTASI BERBASIS JARINGAN

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2017

(halaman ini sengaja dikosongkan)



THESIS - KI142502

***PERFORMANCE STUDY OF WIRELESS ACCESS IN VEHICULAR
ENVIRONMENT 802.11p IN AD-HOC ON DEMAND DISTANCE
VECTOR ROUTING (AODV) WITH PROPAGATION MODELS
NAKAGAMI AND TWORAYGROUND***

ERNA AUPARAY
NRP. 5115201028

SUPERVISOR

Dr.Eng. Radityo Anggoro, S.Kom., M.Sc.
NIP. 19841016 200812 1 002
Royyana Muslim Ijtihadie, S.Kom., M.Kom., Ph.D
NIP. 19770824 200604 1 001

MASTER PROGRAM

DEPARTMENT OF INFORMATICS

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2017

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Komputer (M.Kom.)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya


oleh:
Erna Auparay
Nrp. 5115201028

Dengan judul:
**STUDI KINERJA WIRELESS ACCESS IN VEHICULAR ENVIRONMENT 802.11p
PADA AD-HOC ON DEMAND DISTANCE VECTOR ROUTING (AODV)
DENGAN MODEL PROPAGASI NAKAGAMI DAN TWORAYGROUND**

Tanggal Ujian : 17/07/2017
Periode Wisuda : 2017 Genap

Disetujui oleh:

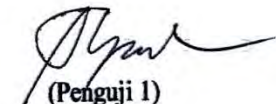
Dr.Eng. Radityo Anggoro, S.Kom, M.Sc
NIP. 19841016 200812 1 002


(Pembimbing 1)

Royyana Muslim I, S.Kom, M.Kom, Ph.D
NIP. 19770824 200604 1 001


(Pembimbing 2)

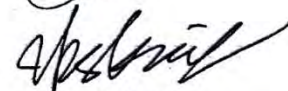
Prof.Ir.Supeno Djanali, M.Sc, Ph.D
NIP. 19480619197301 1 001


(Penguji 1)

Tohari Ahmad, S.Kom, MIT, Ph.D
NIP. 19750525200312 1 002


(Penguji 2)

Waskitho Wibisono, S.Kom, M.Eng, Ph.D
NIP. 19741022200003 1 001


(Penguji 3)

Dekan Fakultas Teknologi Informasi,




Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom., M.Kom
NIP. 19720809/199512 1 001

***Studi Kinerja Wireless Access in Vehicular Environment 802.11p pada
Ad-hoc On Demand Distance Vector Routing (AODV) dengan Model
Propagasi Nakagami dan TwoRayGround.***

Nama mahasiswa : Erna Auparay

NRP : 5115201028

Dosen Pembimbing I : Dr.Eng. Radityo Anggoro, S.Kom., M.Sc.

Dosen Pembimbing II : Royyana Muslim Ijtihadie, S.Kom., M.Kom., Ph.D

ABSTRAK

Pengembangan sistem komunikasi pada pengembangannya tidak hanya sebatas penggunaannya untuk interaksi dan mobilitas manusia dengan berbagai perangkat elektronik. Namun, diharapkan menjadi solusi untuk strategi manajemen dan rekayasa *traffic*. Jumlah kendaraan terus menerus bertambah terutama di kota-kota besar sehingga dibutuhkan komunikasi yang baik antar kendaraan. Maka pengembangan teknologi VANETs, dengan sistem komunikasi standar internasional IEEE menetapkan penggunaan *Wireless Access in Vehicular Environment* (WAVE). Dengan adanya standar IEEE 802.11p (WAVE) dimungkinkan dibangunnya suatu sistem transportasi berbasis informasi dan komunikasi secara terpadu.

Pada penelitian ini akan dilakukan penganalisa kinerja komunikasi VANET melalui parameter *packet delivery ratio*, *routing overhead*, dan *packet drop*. VANET menggunakan NS-2 sebagai simulator dan *routing protocol* AODV. Dalam sebuah jaringan, protocol *routing* merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap kinerja jaringan VANET. Skenario simulasi dengan VANET menggunakan pemodelan propagasi Nakagami dan *TwoRayGround* diharapkan menghasilkan kinerja konektivitas pada jaringan komunikasi antar kendaraan (V2V) dengan standar IEEE 802.11p (WAVE) pada lingkungan VANET. Dari hasil percobaan pada skenario protocol AODV menggunakan pemodelan propagasi, didapatkan nilai *packet delivery ratio*, *routing overhead*, dan *packet drop* dengan model transmisi Nakagami lebih baik dan bagus sendangkan nilai *packet delivery ratio*, *routing overhead*, dan *packet drop* dengan model transmisi *TwoRayGround* memiliki nilai yang baik namun tidak stabil dalam proses transmisi node. Sehingga performa model transmisi Nakagami terlihat lebih stabil secara keseluruhan dibandingkan model transmisi *TwoRayGround*.

Kata Kunci: IEEE 802.11p, Nakagami, *TwoRayGround*, AODV, NS-2

(halaman ini sengaja dikosongkan)

***Performance Study of Wireless Access in Vehicular Environment
802.11p in Ad-Hoc On Demand Distance Vector Routing (AODV) With
Propagation Models TwoRayGround and Nakagami***

Name : Erna Auparay
Student Identity Number : 5115201028
First Advisor : Dr.Eng. Radityo Anggoro, S.Kom., M.Sc.
Second Advisor : Royyana Muslim I., S.Kom., M.Kom., Ph.D

ABSTRACT

The development of wireless communication system is expected to develop not only limited to its use for human interaction and mobility with various electronic devices. However, it is expected to be a solution for traffic management and management strategies. The number of vehicles continues to increase especially in big cities so it needs good communication between vehicles. So the development of VANETs technology, with international standard communication system IEEE specifies the use of Wireless Access in Vehicular Environment (WAVE). With the IEEE 802.11p (WAVE) standard, it is possible to build an integrated information and communication-based transportation system.

In this research will be analyzed VANET communication performance through parameters of packet delivery ratio, routing overhead, and packet drop. VANET uses NS-2 as a simulator and AODV routing protocol. In a network, routing protocols are very influential on network performance. The application of VANET performance is strongly influenced by the propagation model. Simulation scenarios with VANET using Nakagami and TwoRayGround propagation models are expected to result in connectivity performance on the V2V communications network (V2V) with IEEE 802.11p (WAVE) standards in VANET environments. From the experimental results in the AODV protocol scenario using propagation modeling, the value of packet delivery ratio, routing overhead, and packet drop with the Nakagami transmission model is better and better, the value of packet delivery ratio, routing overhead, and packet drop with TwoRayGround transmission model has a value Good but not stable in the node transmission process. So the performance of the Nakagami transmission model looks more stable overall than the TwoRayGround transmission model.

Keywords: IEEE 802.11p, Nakagami, *TwoRayGround*, *AODV*, *NS-2*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanya bagi Tuhan Yesus Kristus, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “**Studi Kinerja Wireless Access in Vehicular Environment 802.11p pada Ad-hoc On Demand Distance Vector Routing (AODV) dengan Model Propagasi Nakagami dan TwoRayGround**”.

Pengerjaan tesis ini merupakan suatu kesempatan yang sangat berharga bagi penulis untuk belajar memperdalam ilmu pengetahuan. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan karena segala keterbatasan yang ada. Sehingga dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca.

Tesis ini penulis persembahkan untuk orangtua terkasih (**Henike Worabay**) yang telah tulus ikhlas memberikan kasih sayang, cinta, doa, perhatian, dukungan moral dan materil yang telah diberikan selama ini. Terima kasih telah meluangkan waktu untuk mengasuh, mendidik, membimbing dan mengiringi perjalanan hidup penulis dengan alunan doa yang tiada henti agar penulis sukses dalam menggapai cita-cita. Buat adik-adikku terkasih **Charles Deninelson, Julian Ramses, Deyon Immanuel, Marthen H, dan Marlis L**, terima kasih sudah menggandeng tangan saya dalam doa. Khusus untuk adikku Juju dan Chase, *thanks for being my spirit partner and pray. For my beloved sister, Icha, I really love you, Jesus love you all.*

Penyusunan buku Tesis ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan semua pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Radityo Anggoro, S.Kom, M.Sc selaku dosen pembimbing I penulis yang selalu meluangkan waktu, pikiran dan telah memberikan dukungan kepada penulis agar menyelesaikan tesis ini.
2. Terima kasih kepada bapak Royyana Muslim I., S.Kom, M.Kom, Ph.D selaku dosen pembimbing II dan sekaligus dosen wali penulis yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang baik untuk menyelesaikan tesis.

3. Bapak Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc., Ph.D, Tohari Ahmad, S.Kom, MIT, Ph.D, dan bapak Waskitho Wibisono, S.Kom, M.Eng, Ph.D selaku team dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, saran, arahan, dan koreksi dalam pengerjaan Tesis ini.
4. Bapak Waskitho Wibisono, S.Kom., M.Eng., PhD selaku ketua program pascasarjana Teknik Informatika ITS dan segenap dosen Teknik Informatika yang telah memberikan ilmunya.
5. Direktur LPDP dan seluruh staf pengurus program beasiswa LPDP yang telah membiayai studi S2 penulis serta dengan sigap membalas email dan menjawab semua keluhan penulis selama studi.
6. Segenap staf Tata Usaha yang telah memberikan segala bantuan dan kemudahan kepada penulis selama menjalani studi di Teknik Informatika ITS.
7. Seluruh keluarga besar Worabay yang selalu memberi semangat dan doa kepada penulis.
8. Pak Budi, Pak Afif, Pak Syamsoe, Mbak Ninit, Desi dan seluruh staf pengelola asrama ITS yang telah penulis anggap sebagai keluarga yang memberikan fasilitas tempat tinggal kepada penulis selama perkuliahan.
9. Teman-teman seperjuangan S2 2015 Pasca Sarjana Teknik Informatika ITS yang telah menemani dan memberikan bantuan serta motivasi untuk segera menyelesaikan Tesis ini.
10. Terima kasih untuk adik Klara, Sela dan Ira (keriting kribo bakutu) yang selalu menjadi tempat curhat dan bersendau gurau serta mengerjakan berbagai aktivitas menyenangkan lainnya.
11. Juga tidak lupa kepada semua pihak yang belum sempat disebutkan satu per satu disini yang telah membantu terselesaikannya tesis ini.

Surabaya, 2017

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian dan Manfaat Penelitian	6
1.5 Kontribusi Penelitian	6
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	 8
2.1 Wireless Access Vehicular Environment (802.11p)	8
2.2 Propagasi Model TwoRayGround	9
2.3 Propagasi Model Nakagami	9
2.4 Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV)	10
2.5 Simulation of Urban Mobility (SUMO)	11
2.6 VanetMobisim	12
2.7 OpenStreetMap	13
2.8 JOSM	13
 BAB 3 METODE PENELITIAN	 16
3.1 Pengkajian Pustaka	16
3.2 Tahapan Rancangan Simulasi	17
3.2.1 Diagram Alir Pembuatan Program	18
3.2.2 Parameter Standar DSRC	18
3.2.3 Parameter Simulasi Vanet	19
3.3 Perancangan Skenario Simulasi	19
3.2.1 Analisa Permasalahan	19
3.2.2 Analisa Hasil	21
3.4 Skenario Uji Coba dan Evaluasi	22

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN UJI COBA	23
4.1 IMPLEMENTASI	23
4.1.1 Implementasi Skenario Map OSM SUMO	23
4.1.2 Implementasi Skenario Skenario Map VanetMobisim	23
4.1.3 Implementasi Skenario NS-2	26
4.1.4 Implementasi Metrik Analisis	33
4.2 UJI COBA	34
4.2.1 Lingkungan Platform	34
4.2.2 Analisis Skenario NS-2	35
4.2.3 Analisis <i>Packet Delivery Ratio (PDR)</i>	35
4.2.4 Analisis <i>Routing Overhead (RO)</i>	36
4.2.5 Analisis <i>Packet Drop (PD)</i>	38
BAB 5 PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
BIODATA PENULIS	45
LAMPIRAN	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahapan Rancangan Simulasi NS-2	17
Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Program	18
Gambar 4.1 <i>Eksport</i> peta OpenStreetMap untuk Skenario SUMO	23
Gambar 4.2 Hasil <i>eksport</i> peta jalan Menur Kota Surabaya pada JOSM	24
Gambar 4.3 Hasil <i>editing</i> peta jalan Menur pada JOSM.....	25
Gambar 4.4 Perintah <i>randomTrips.py</i> peta map osm	25
Gambar 4.5 Mobilitas Pergerakan Kendaraan pada peta map osm	26
Gambar 4.6 <i>Eksport</i> peta OpenStreetMap	26
Gambar 4.7 Menentukan luas area peta pada <i>VanetMobisim</i>	27
Gambar 4.8 Hasil <i>eksport</i> sebelum diedit peta jalan Menur	28
Gambar 4.9 Hasil Editing Peta Jalan Menur pada JOSM	29
Gambar 4.10 Hasil import dari OpenStreetMap	29
Gambar 4.11 Grafik <i>Packet Delivery Ratio</i>	36
Gambar 4.12 Grafik <i>Routing Overhead</i>	37
Gambar 4.13 Grafik Data <i>Packet Drop</i>	38

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter Perancangan Simulasi	18
Tabel 3.2 Parameter Simulasi Vanet	18
Tabel 3.3 Kelebihan dan kekurangan dari propagasi Nakagami.....	19
Tabel 3.4 Kelebihan dan kekurangan dari propagasi <i>TwoRayGround</i>	19
Tabel 3.5 Perbandingan antara Nakagami dan <i>TwoRayGround</i>	19
Tabel 4.1 Spesifikasi Komputer yang Digunakan	34
Tabel 4.2 Kriteria Pengujian Simulasi	35
Tabel 4.3 Analisa <i>Packet Delivery Ratio</i> Skenario NS-2	36
Tabel 4.4 Analisa <i>Routing Overhead</i>	37
Tabel 4.5 Analisa Data <i>Packet Drop</i>	38

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan sistem komunikasi wireless telah dikembangkan tidak hanya sebatas penggunaannya untuk interaksi dan mobilitas manusia dengan berbagai perangkat elektronik. Namun tahapan ini telah diarahkan pada mobilitas manusia dan kendaraan yang digunakan sehari-hari. Jumlah kendaraan terus menerus bertambah terutama di kota-kota besar sehingga dibutuhkan konektivitas dan komunikasi yang baik antar kendaraan untuk saling bertukar informasi. VANET diharapkan menjadi solusi untuk strategi manajemen dan rekayasa *traffic*. Untuk pengembangan teknologi VANETs, IEEE menetapkan penggunaan sistem komunikasi standar internasional yang dinamakan *Wireless Access in Vehicular Environment* (S.A.M. Ahmed et.al, 2013). Dengan adanya standar IEEE 802.11p dimungkinkan dibangunnya suatu sistem transportasi berbasis informasi dan komunikasi secara terpadu. Saat ini sistem komunikasi antar kendaraan merupakan salah satu sistem komunikasi *wireless* telah mengalami perkembangan yang cukup pesat.

Tujuan penggunaan WAVE sebagai standar IEEE 1609,4 pada VANET adalah untuk mengembangkan sistem komunikasi kendaraan sehingga memungkinkan pertukaran data yang cepat dan lebih efisien untuk kepentingan keamanan, kenyamanan pengemudi dan dapat digunakan sebagai sistem informasi trafik lalu lintas yang cerdas. Penelitian oleh S.A.M. Ahmed et.al, membahas dan menjelaskan tentang IEEE 1609.4 sebagai standar layanan jaringan penggunaan teknologi WAVE yang bersifat multichannel.

Dalam penelitian oleh Ashtaiwi et.al, mengatakan bahwa sistem komunikasi antar kendaraan merupakan suatu sistem yang mana memungkinkan kendaraan untuk berinteraksi satu sama lain melalui gelombang radio dengan mengirimkan dan menerima informasi. (Ashtaiwi et.al, 2014). Standar jangkauan transmisi untuk perangkat WAVE adalah lebih kurang 1 (satu) kilometer dengan ukuran data transfer rata-rata yang dapat divariasikan antara 6-27 MBps (Ahmed et.al, 2013).

Untuk pengembangan teknologi VANETs, IEEE sebagai induk organisasi profesional yang salah satu tugasnya mengatur regulasi dan standar internasional penggunaan sistem komunikasi menetapkan sejumlah protokol routing untuk pengoperasian yang dinamakan *Wireless Access in Vehicular Environment* (WAVE) *standard* (Stephan Eichler, 2007). Standar WAVE ditetapkan sebagai pondasi untuk pengembangan dan penerapan teknologi VANETs yang digunakan saat ini dan dimasa-masa mendatang. Dengan standar ini dimungkinkan dibangunnya suatu sistem transportasi berbasis informasi dan komunikasi secara terpadu (Bo Li et.al, 2007). WAVE adalah standar yang difokuskan pada komunikasi pertukaran pesan untuk kendaraan. Protokol IEEE 802.11p adalah sebuah standar untuk pengoperasian lapisan fisik (PHY) dan sebahagian lapisan datalink (MAC). (Laanaoui & Said, 2013). Sedangkan protokol IEEE 1609.1 adalah standar yang dirancang untuk pengoperasian berbagai jenis aplikasi di lokasi *remote* sehingga dapat memungkinkan terjadinya komunikasi antara perangkat OBU (*Onboard Unit*) yang diinstal pada kendaraan melalui perangkat RSU (*Road Side Unit*) yang terinstal pada infrastruktur sepanjang jalan (Tabatabaei et.al, 2011).

Pengoperasian sejumlah protokol WAVE telah memungkinkan terjadinya komunikasi pertukaran informasi antara kendaraan dengan infrastruktur atau disebut *Vehicle to Infrastructure* (V2I) dan pertukaran informasi antar kendaraan atau disebut *Vehicle to Vehicle* (V2V). (Laanaoui & Said, 2013). Perpaduan kedua jenis ini komunikasi ini ditetapkan sebagai dasar sistem komunikasi pada teknologi VANETs dimana sejumlah kendaraan dapat berkomunikasi menggunakan jaringan nirkabel baik secara infrastruktur maupun ad-hoc (Tabatabaei, et.al, 2011). Standar WAVE dibangun di atas dua unit dasar, yang disebut RSU dan OBU. RSU adalah unit infrastruktur yang merupakan jalur akses (*Access Points*) untuk menghubungkan pertukaran komunikasi pada kendaraan sehingga dapat mengakses jaringan. Sedangkan OBU adalah perangkat jaringan yang berada pada kendaraan. Sebuah OBU dapat berkomunikasi dan mengubah pesan ke OBU lain. Pertukaran informasi antar OBU disebut sistem komunikasi antar kendaraan (V2V). (Qureshi & Noor, 2013).

Perencanaan rute bertujuan untuk menyediakan driver dengan lalu lintas real-time informasi, jika tidak adanya VANET, akan membutuhkan infrastruktur mahal.

Pada penelitian oleh Laanaoui dkk mengatakan bahwa mereka mengevaluasi routing protokol VANET yang didesain khusus untuk lingkungan kota. Dalam karya itu mereka mengusulkan sebuah protokol geografis baru (IRUV) dan membandingkan protokol LAR dan protokol GyTAR. Jadi cara terbaik protokol IRUV memilih rute tercepat dan terpendek di *road* jaringan (Laanaoui & Raghay, 2013). Fokus utama penelitian yang dilakukan menggunakan real time kepadatan lalu lintas informasi dan gerakan prediksi untuk rute data di VANET. Hasil dari protocol geografis menunjukkan bahwa proposisi yang digunakan memiliki proposi terbaik untuk paket delivery rasio dan end to end delay (Bo Li, et.al, 2007).

Pada tahun 2013 Qureshi dkk., mengaplikasikan metode *modern vehicular environment* untuk memperkenalkan mekanisme untuk mempertahankan line-of-sight antara kendaraan berkomunikasi sambil mempertimbangkan unit infrastruktur jalan (RVI) modern. Tantangan utama penelitian ini adalah rintangan (*obstacles*) yang menghambat penerimaan sinyal radio yang memiliki dampak yang tinggi pada kendaraan berkomunikasi (Qureshi & Noor, 2013). Dengan demikian, mempertahankan line-of-sight maka komunikasi antara kendaraan meningkat. Permasalahan pada jarak optimal antara dua refleksi untuk mempertahankan LOS antara kendaraan yang berkomunikasi dihitung pada infrastruktur jalan yang berbeda dalam penentuan posisi reflektor sinyal, yang bertujuan agar repeater sinyal dan RSUs tetap diidentifikasi oleh LOS. (Laanaoui & Raghay, 2013).

Untuk mengatasi masalah inovasi *routing* yang terjadi pada saat *packet loss* dan pengaruh *urban environment* (lingkungan perkotaan). Tabatabaei dkk. (2011) mengusulkan pendekatan dengan *TwoRayGround* untuk menganalisa perilaku protokol routing pada VANETs. Dalam hal kinerja propagasi wireless ditingkatkan melalui penambahan *raytracing* yang merupakan turunan dari model propagasi (Tabatabaei, et.al, 2011). Hasil pembandingan menggunakan pengukuran luas dari jalan-jalan kota dalam literatur, yang telah mengkonfirmasi perbaikan keseluruhan, terutama dalam kasus komponen NLOS. Secara umum studi kasus simulasi ini menunjukkan bahwa prediksi kinerja packet loss dengan model propagasi *TwoRayGround* dapat diterapkan dalam kondisi apapun (Singh, 2012). Diharapkan tidak hanya membawa keuntungan dalam hal inovasi routing protokol dan kontrol akses tetapi keuntungan akurasi cukup signifikan juga untuk menjamin

implementasi penghitungan jarak hambatan dipinggir jalan. Oleh karena itu penelitian ini merupakan jalan ke depan untuk simulasi menggunakan pemodelan WAVE (Qureshi & Noor, 2013).

Dalam sebuah protocol *routing* hal yang sangat berpengaruh terhadap kinerja jaringan. Begitu pula dalam jaringan VANET, terdapat banyak protokol *routing* yang dapat diimplementasikan pada jaringan ini. Salah satunya adalah protokol *routing* AODV (*Ad hoc On demand Distance Vector*). Alasan digunakan SUMO dan *VanetMobisim* ialah kedua generator ini masing-masing dapat mengimplementasikan skenario peta map OSM.

Dari permasalahan diatas maka peneliti mengusulkan sebuah kinerja yang menganalisa *routing* protokol dengan judul: “Studi Kinerja *Wireless Access in Vehicular Environment* (WAVE) 802.11(p) pada *Ad-hoc On Demand Distance Vector Routinmg* (AODV) dengan Model Propagasi Nakagami dan *TwoRayGround*.” Setiap simulasi jaringan nirkabel memodelkan kinerja saluran jaringan menggunakan model propagasi Nakagami dan *TwoRayGround*. Kedua model ini diperlukan dalam simulator untuk menghitung kekuatan sinyal transmisi dan *fading* yang menyebabkan menurunnya kinerja *transmitter* pada jaringan nirkabel di stasiun penerima. Skema sistem komunikasi bergerak untuk mobility generator SUMO dan *VanetMobisim* (script) pada VANET sering digunakan untuk memprediksi posisi *mobile unit* berikutnya yang disimulasikan menggunakan NS2 simulator.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya maka terdapat beberapa permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana pengaruh kinerja protokol *routing* AODV yang menggunakan konfigurasi WLAN 802.11p pada model propagasi Nakagami dan *TwoRayGround*?
2. Bagaimana menganalisa perbedaan hasil ujicoba antara *mobility generator* dengan model propagasi Nakagami dan *TwoRayGround* dengan berpedoman parameter *Packet Delivery Ratio*, *Routing Overhead* dan *Drop* pengiriman paket?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Mengingat bahwa permasalahan *routing traffic* merupakan suatu hal yang cukup kompleks maka penelitian yang dilakukan dibatasi pada beberapa poin berikut:

1. Proses pengujian menggunakan network simulator NS-2.
2. Model propagasi yang digunakan yaitu Nakagami dan TwoRayGround.
3. Skenario uji coba VANET dibuat menggunakan *mobility generator* SUMO dan *VanetMobisim*.
4. Faktor yang divariasikan untuk pengambilan data yaitu jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, dan range transmisi antenna.
5. Uji coba dilakukan pada komunikasi antar kendaraan dan kendaraan (V2V), tanpa infrastruktur statis.
6. Analisis kinerja jaringan pada 802.11p (WAVE) diuji dengan parameter indikator perbandingan berupa *Packet Delivery Ratio*, *Routing Overhead* dan *Data Drop* pengiriman paket.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisa kinerja AODV pada lingkungan VANET.
2. Menganalisa kinerja IEEE 802.11p (WAVE) pada 2 (dua) model propagasi.

Manfaat penelitian ini adalah sebagai pedoman yang bisa digunakan untuk mengukur kinerja dari protokol *routing* AODV dengan mengujinya dengan scenario simulasi menggunakan *simulator* NS-2 serta pemodelan propagasi di lingkungan VANET.

1.5 Kontribusi Penelitian

Kontribusi dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan analisa kinerja konektivitas jaringan komunikasi antar kendaran (V2V) dengan model propagasi Nakagami dan *TwoRayGround* pada protokol *routing* AODV dengan standar IEEE 802.11p pada lingkungan VANET.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi pembahasan mengenai konsep dan dasar teori yang akan digunakan dalam penelitian. Konsep dan dasar teori yang akan dibahas adalah WAVE, Propagasi Model, AODV, SUMO dan VanetMobisim.

2.1 *Wireless Access in Vehicular Environment (WAVE) 802.11p*

Wireless Access in Vehicular Environment (WAVE) merupakan arsitektur system secara keseluruhan untuk akses komunikasi nirkabel lalu lintas kendaraan. Untuk memanfaatkan potensi yang ada pada sistem komunikasi antar kendaraan saat ini IEEE sedang mengembangkan suatu perubahan standar IEEE 802.11p atau yang disebut dengan *Wireless Access in Vehicular Environment (WAVE)*. Standar IEEE 802.11 WAVE diperlukan untuk mendukung pengaplikasian ITS (*Intelligent Transportation Systems*). WAVE juga merupakan pengembangan sistem IEEE 802.11a dengan memperkenalkan *physical layer* dan *MAC layer* yang dapat meningkatkan sistem operasi dan aplikasi keselamatan dengan memberikan tingkat *latency* rendah. WAVE sendiri beroperasi pada band 5.9 GHz dengan menggunakan sistem *multiplexing* OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) dan dapat mencapai kecepatan penransmisian data antara 6 – 27 Mbps. WAVE terdiri dari tujuh *channel* pada frekuensi 10 MHz yang dari satu *control channel* dan enam *service channel* pada band 5.9 GHz. *Service channel* digunakan untuk *public safety* dan *private service*, sedangkan *control channel* digunakan sebagai referensi *channel* untuk membangun link komunikasi antara RSU (*Road – Side Unit*) dan OBU (*On – Board Unit*). *Control channel* digunakan oleh OBU dan RSU untuk *broadcast application service*, *warning message* dan *safety status message*. Dari penjelasan di atas dapat diketahui bahwa aplikasi utama dari IEEE 802.11p adalah untuk sistem komunikasi antar kendaraan dengan sistem komunikasi yang digunakan adalah DSRC (*Dedicated Short Range Communication*). Pada proposal tesis yang diajukan ini penulis menguji kinerja dari WAVE pada *routing protocol* AODV menggunakan NS-2.

2.2 Propagasi Model *TwoRayGround*

Model propagasi ini sangat disukai pada penelitian MANETs. *TwoRayGround* juga digunakan untuk kinerja protokol di scenario VANETs. Model ini lebih realitas dibandingkan dengan model *propagation radio* lainnya ketika harus mempertimbangkan pengalamatan jalur propagasi yang tercermin antara penerima dan pengirim selain jalur langsung LOS (Ramesh, et.al, 2012). Model ini sangat berguna untuk memprediksi daya yang diterima pada jarak jauh dari pemancar dan ketika pemancar di pasang relatif tinggi dari tanah. Sangat menarik untuk dicatat bahwa pada jarak jauh, daya yang diterima menjadi independen dari frekuensi (Saroj, 2011). Daya yang diterima dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Pr(d) = \frac{Pt Gt Gr ht^2 hr^2}{d^4 L} \quad (2.1)$$

dimana:

Pr = Kekuatan signal yang diterima

Pt = Kekuatan signal yang ditansmisikan

d = Jarak antara pemancar dan penerima

Gt dan Gr adalah tegangan antena pada *transmitter* dan *receiver*, ht dan hr adalah tinggi dari antena *transmitter* dan *receiver* sedangkan L yang menunjukkan daya yang hilang lebih cepat daripada jarak yang meningkatkan.

2.3 Propagasi Model Nakagami

Pemodelan matematis propagasi model Nakagami lebih bersifat umum dan dapat diterapkan untuk berbagai kondisi *fading*, tergantung pada parameter yang digunakan. Untuk memungkinkan representasi lebih dekat dari komunikasi saluran nirkabel dan untuk saluran *free space* (Rahman, 2014). Distribusi Nakagami memiliki *probability density function* (PDF). Kanal Nakagami yang dinyatakan sebagai persamaan:

$$P_R(R) = \frac{2m^m R^{2m-1}}{\Gamma(m)\Omega^m} \exp\left(-\frac{mR^2}{\Omega}\right), R \geq 0 \quad (2.2)$$

dimana:

m = parameter *fading*, $m \geq 0.5$ sampai ∞ (integer positif)

R = amplitudo *fading*

Γ = fungsi gamma

Ω = E [R₂]

2.4 Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV)

AODV merupakan protokol *routing* yang bersifat *on-demand*. AODV termasuk kedalam klasifikasi *routing protocol* reaktif, yang hanya melakukan *request* sebuah rute saat dibutuhkan. Protokol *routing* ini dikembangkan pada RFC 3561 (C. Perkins, et.al, 2003). Sebagai contoh apabila sebuah *link* gagal, maka notifikasi dikirim hanya kepada *node* yang terhubung dalam jaringan. Notifikasi ini membatalkan semua lalu lintas rute yang terhubung dengan *node* dan membangun rute *unicast* dari sumber ke tujuan. Oleh karena rute dibangun secara *on-demand*, maka lalu lintas jaringan menjadi minimum. Apabila dua *node* ingin membangun sebuah koneksi dalam jaringan *ad hoc* maka AODV memungkinkan untuk membangun *multihop route*. AODV menggunakan *Destination Sequence Number* (DSN) untuk menghindari perhitungan yang tak hingga (*counting to infinity*). Ketika sebuah *node* mengirimkan *request* ke tujuan, ia akan mengirimkan DSN-nya bersama dengan semua informasi rutenya. Hal ini juga akan memilih rute yang paling menguntungkan berdasarkan urutan nomor (Arifin, Hadi, H. Amran & Putra, 2011).

Route Request (RREQ), *Route Reply* (RREP), and *Route Error* (RERR) adalah jenis-jenis pesan yang didefinisikan oleh AODV. Jenis pesan ini diterima melalui UDP.

AODV merupakan sebuah protokol *routing* dan berhubungan dengan manajemen tabel rute. Protokol AODV digunakan sebagai protokol *routing* dalam skema VANET. Informasi tabel rute harus disimpan bahkan untuk rute pendek. AODV menggunakan *field-field* berikut dengan setiap entri tabel rute:

- *Destination IP Address*: berisi alamat IP dari node tujuan yang digunakan untuk menentukan rute.
- *Destination Sequence Number*: *destination sequence number* bekerjasama untuk menentukan rute
- *Next Hop*: ‘Loncatan’ (*hop*) berikutnya, bisa berupa tujuan atau *node* tengah, *field* ini dirancang untuk meneruskan paket ke *node* tujuan.
- *Hop Count*: Jumlah *hop* dari alamat IP sumber sampai ke alamat IP tujuan.
- *Lifetime*: Waktu dalam milidetik yang digunakan untuk *node* menerima RREP.

- *Routing Flags*: Status sebuah rute; *up* (valid), *down* (tidak valid) atau sedang diperbaiki (Perkins, Royer & S.Das, 2003).

Penemuan jalur (*Path discovery*) atau *Route discovery* pada AODV di-inisiasi dengan menyebarkan *Route Reply* (RREP). Ketika RREP menjelajahi *node*, RREP secara otomatis melakukan *setup path*. Jika sebuah *node* menerima RREP, maka *node* tersebut akan mengirimkan RREP lagi ke *node* atau *destination sequence number*. Pada proses ini, *node* pertama kali mengecek *destination sequence number* pada tabel *routing*, apakah lebih besar dari 1 (satu) pada *Route Request* (RREQ), jika benar, maka *node* akan mengirim RREP. Ketika RREP berjalan kembali ke *source* melalui *path* yang telah dilakukan *setup* sebelumnya, RREP melakukan *setup* jalur ke depan dan melakukan *update timeout*.

2.5 Simulation of Urban Mobility (SUMO)

SUMO adalah aplikasi sumber terbuka untuk simulasi lalu-lintas. Simulasi yang dilakukan memungkinkan untuk memodelkan berbagai macam topik manajemen lalu-lintas. Simulasi pada SUMO bersifat sangat mendetail: setiap kendaraan dimodelkan secara eksplisit, mempunyai rutenya sendiri dan bergerak secara sendiri-sendiri di dalam jaringan. SUMO menyediakan berbagai pilihan untuk memasukkan unsur variabel acak (*randomness*) (Ali, 2013).

Pengembangan SUMO dimulai pada tahun 2000. Alasan utama dibalik pengembangan SUMO adalah untuk mendukung komunitas riset lalu-lintas dengan sebuah alat yang memiliki kemampuan untuk mengimplementasikan dan mengevaluasi algoritma. Publikasi terbaru mengenai pengembangan dan aplikasi SUMO ditulis oleh Krajzewicz dkk pada tahun 2012.

2.6 VanetMobisim

VanetMobisim adalah sebuah ekstensi untuk CANU Mobility Simulation Environment (*CanuMobisim*)¹, sebuah kerangka kerja yang fleksibel untuk pemodelan mobilitas pengguna. *VanetMobisim* berbasis Java dan dapat melakukan *generate* jejak pergerakan dalam format yang berbeda, mendukung simulasi/emulasi yang berbeda untuk jaringan *mobile* (NS-2, Glomosim, QualNet). Awalnya *VanetMobisim* meliputi parser untuk standar peta di *Geographical Data*

¹ <http://canu.informatik.uni-stuttgart.de/mobisim/>

Files (GDF) dan menyediakan implementasi dari beberapa model mobilitas acak serta model dari dinamika fisika dan kendaraan.

VanetMobisim memantau pergerakan dari kendaraan baik pergerakan makro maupun representasi pergerakan mikro untuk menentukan model dari pergerakan dalam simulasi. Mobilitas makro mencakup topologi jalan, struktur jalan (misal, *uni-bi directional*, *single-multilane*), batas kecepatan, dan keberadaan lampu lalu lintas. Konsep dari mobilitas mikro mencakup semua aspek yang berhubungan dengan interaksi antarkendaraan dan antar kendaraan-infrastruktur (Härri, 2006).

Karakteristik *VanetMobisim* adalah sebagai berikut.

- *VanetMobiSim* adalah sebuah *open source mobility model generator*
- Spesifik untuk VANET
- *Platform Independent Software*
- Mendukung spesifikasi mobilitas makro dan mikro
- Menggunakan *XML Code* untuk menentukan simulasi yang berbeda
- Telah divalidasi (Haerri, Filali & Bonnet, 2006).

Kerangka kerja simulasi pada *VanetMobisim* bergantung kepada skenario simulasi. Skenario simulasi pada *VanetMobisim* ditetapkan dalam format XML. Sebuah simulasi diawali dengan tag `<universe>`. Didalam tag inilah beragam parameter digunakan untuk membuat skenario, termasuk pembuatan peta, kecepatan, jumlah kendaraan, dan lain-lain. Spesifikasi modul-modul dalam pembuatan skenario simulasi *VanetMobisim* adalah sebagai berikut.

- *Global Extension*: ekstensi modul yang diperoleh dari *de.uni_stuttgart.informatik.canu.mobisim.core.ExtensionModule*. parameter-parameter yang tergolong ialah Time Simulation, Node, Node Group, Node Initial Position
- *Global Specified Extensions*: beberapa ekstensi modul dapat ditambahkan seperti Spatial Environment, parser data GDF AWMML, OSM, XMLReader, dan UserGraph
- *Output Extension*: keluaran yang dapat dihasilkan berupa LoaderOutput, DebugOutput, NSOutput, GlomosimOutput, dan lain-lain

- *Node-Specific Extensions* (Mobility Model): terdapat sejumlah model pergerakan yang dapat disimulasikan seperti Brownian Motion, Gauss-MarkovWalk, Incremental Walk, RandomWaypointWalk, GraphWalk, dan Intelligent Driver Motion serta model-model pergerakan lainnya

2.7 OpenStreetMap

OpenStreetMap adalah sebuah proyek kolaboratif berbasis web untuk membuat dan membangun peta geografis seluruh dunia secara gratis dan terbuka, dibangun sepenuhnya oleh sukarelawan dengan melakukan survei dan mengumpulkan data menggunakan perangkat GPS, fotografi udara, dan sumber bebas lainnya, dimanfaatkan untuk beragam kebutuhan termasuk navigasi. Siapapun dapat berkontribusi untuk OSM. OpenStreetMap dirintis pertama kali oleh Steve Coast di Britania Raya pada tahun 2004.

Proyek ini menghasilkan sebuah *database* geografis seperti Wiki yang dapat dimanfaatkan secara bebas berdasarkan *OpenDatabase* yang dapat diakses melalui situsnya openstreetmap.org.

Pada penelitian ini, OpenStreetMap digunakan sebagai penyedia layanan pembuatan peta daerah perkotaan untuk skenario peta riil baik pada SUMO maupun *VanetMobisim*.

2.8 JOSM

Java OpenStreetMap Editor atau biasa disingkat JOSM merupakan sebuah aplikasi *desktop* berbasis Java dan dapat dioperasikan pada sistem operasi seperti Windows, Mac OS, dan Linux. JOSM adalah alat penyunting bagi data OpenStreetMap. JOSM pertama kali dikembangkan oleh Immanuel Scholz pada tahun 2005. Aplikasi ini tidak membutuhkan koneksi internet kala menyunting data OSM, sedangkan situs untuk mengunduhnya dapat diakses di josm.openstreetmap.de untuk mendapatkan versi terbaru dari aplikasi ini.

Pada penelitian ini digunakan JOSM versi 8339 untuk melakukan *editing* pada peta riil hasil *capture* dari OpenStreetMap.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3

METODE PENELITIAN

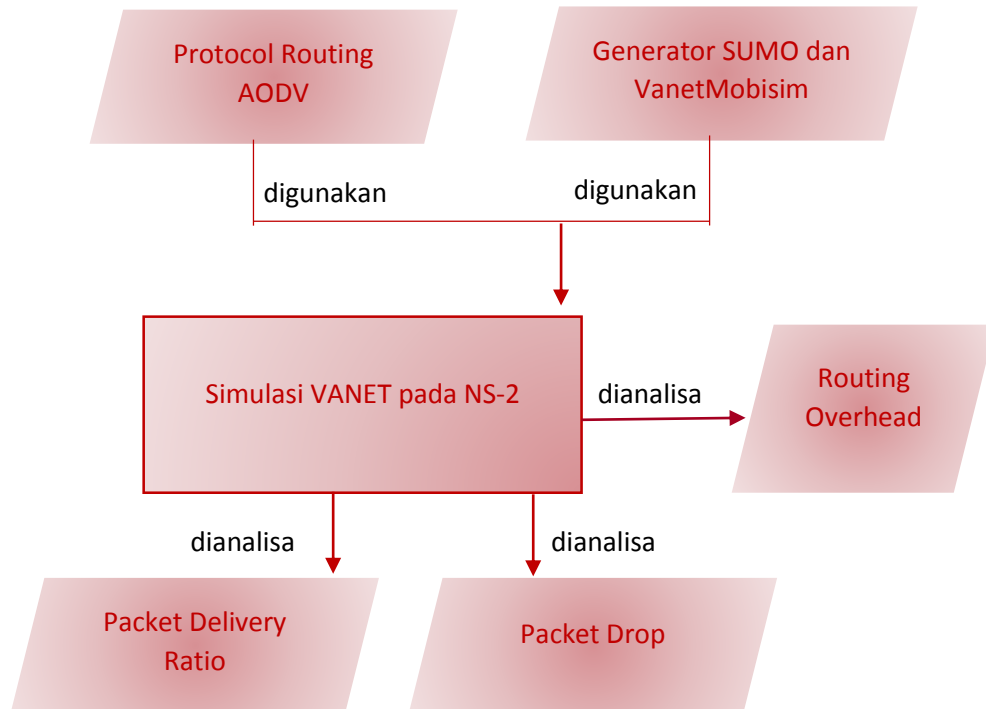
Bab ini berisi uraian mengenai langkah serta jadwal kegiatan penelitian. Langkah penelitian terdiri dari pengkajian pustaka, tahapan rancangan simulasi, perancangan protokol AODV, perancangan skenario simulasi, perancangan metrik analisis, uji coba, dan analisa hasil.

3.1 Pengkajian Pustaka

Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan literatur yang mendukung terlaksananya penelitian. Literatur yang dihimpun dapat berupa buku, artikel dalam jurnal, laporan tugas akhir, laporan thesis, *proceeding*, *conference publication*, dan lain-lain. Sedangkan informasi yang dihimpun berkaitan dengan topik-topik berikut:

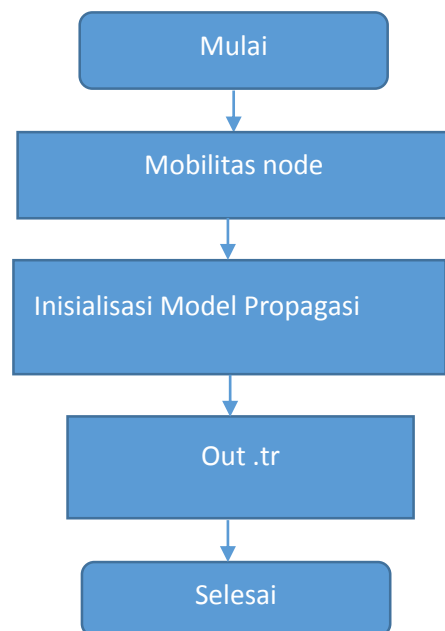
1. Karakteristik, fungsi, dan batasan-batasan pada routing protokol AODV dan VANET.
2. Model propagasi yang digunakan pada simulator NS-2 bertujuan untuk menganalisa beberapa metrik parameter berupa kecepatan dari kendaraan, range transmisi antenna, dan jumlah kendaraan (node).
3. Penelitian-penelitian terkait tentang *AODV sebagai routing protocol* dan standar 802.11p (WAVE) yang di implementasikan pada lingkungan VANET.
4. Simulator menggunakan *Simulation Urban Mobility* (SUMO), *VanetMobisim* dan *Network Simulation* (NS-2).

3.2 Tahapan Rancangan Simulasi



Gambar 3.1 Tahapan rancangan simulasi NS-2

3.2.1 Diagram Alir Pembuatan Program



Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Program

3.2.2 Parameter Standar Dedicated Short Range Communication

Tabel 3.1 Parameter Simulasi

Frekuensi	5.850-5925 GHz
Spectrum	75 MHz
Data Rate	6 Mbps-27 Mbps
Jarak Maksimal Jangkauan	1000 meter
Jarak Minimal Jangkauan	15.24 meter
Kapasitas Channel	7 channel
Downlink Power	33 dBm
Uplink Power	33 dBm

3.2.3 Parameter Simulasi VANET

Simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Network Simulator versi 2.35. Parameter simulasi ditentukan berdasarkan pada standar-standar yang digunakan pada jaringan VANET. Pada Tabel 3.2 diperlihatkan parameter-parameter yang divariasikan dalam simulasi ini.

Tabel 3.2 Parameter Simulasi Vanet

Jumlah node	10, 50, 100
Tipe kanal	Wireless
Routing Protocol	AODV
Mac Type	802.11p
Sumber traffic	Constant bit rate (CBR)
Ukuran paket	512 byte
Simulator Jaringan	NS-2
Lingkungan simulasi	- Urban (daerah perkotaan)
Model propagasi gelombang	- TwoRayGround - Nakagami
Speed	5, 10, 15 m/s

3.3 Perancangan Skenario Simulasi

3.3.1 Analisa Pemasalahan

Terdapat 2 (dua) permasalahan utama yang diangkat dalam pembuatan penelitian ini. Pertama adalah bagaimana kinerja protokol routing AODV pada VANET. Permasalahan kedua adalah bagaimana menganalisa kinerja model transmisi *TwoRayGround* dan Nakagami pada AODV di lingkungan VANET. Kedua model propagasi ini mempengaruhi akurasi dari pengiriman paket pada protokol routing AODV.

Tabel. 3.3 Kelebihan dan kekurangan dari propagasi Nakagami
(Qureshi M. A & Noor R. Md., 2013)

Kelebihan Nakagami	Kekurangan Nakagami
Relevan untuk system selular alam skala kecil	Gelombang pendek: jarak jangkauan sinyal sejauh 130 -150 meter.
Model empirical	Tidak cocok selain data empiris
Ukuran kinerja PDF terlihat akurat hanya pada main body	PDF: tidak akurat pada kendaraan yang terlalu dekat
Multipath scattering	Multipath <i>scattering</i> terkadang menyebabkan delay besar
Energi yang dipantulkan menyebar ke segala arah	Jalur konstan sehingga relatif terjadi <i>path loss</i>

Tabel 3.4 Kelebihan dan kekurangan dari propagasi *TwoRayGround*
(Tabatabaei, et.al, 2011)

Kelebihan <i>TwoRayGround</i>	Kekurangan <i>TwoRayGround</i>
Propagasi refleksi: sinyal yang dikirimkan dapat langsung diterima tetapi dapat juga dipantulkan terlebih dahulu oleh pembatas yang ada didepannya.	Gelombang yang terpantul akan melemahkan gelombang asli
Akurat untuk memperkirakan kekuatan sinyal dalam skala luas dengan jarak beberapa kilometer untuk sistem <i>mobile radio</i> dengan menggunakan menara yang sama tinggi	Power yang diterima menurun ketika jarak antara transmitter dan receiver diprediksikan menurun sejalan dengan kenaikan power
Throughputnya rendah	Tidak mempertimbangkan hambatan (obstacles)
koefisien refleksi mendekati 1 (satu) sehingga akan terpantul hampir dengan sempurna.	
Ketika jarak bertambah <i>power loss</i> lebih cepat hilang	Tidak memberikan hasil yang baik untuk jarak yang terlalu dekat
<i>Receiver</i> berada di coverage area maka semua paket diterima.	Jika <i>receiver</i> yang berada di luar dari coverage area maka paket tidak mungkin diterima.

Tabel 3.5 Perbandingan antara Nakagami dan *TwoRayGround*

Kategori	Nakagami	<i>TwoRayGround</i>
Level Signal	Low Frequency (LF)	Very High Frequency (VHF)
Path loss	Scattering	LOS and reflection
Range Frekuensi	30-100 kHz	>30 MHz
Coverage area	Stochastic	Deterministic
Jarak	90-150 meter	>1 Km

3.3.2 Matriks Analisis

Adapun fokus utama dalam analisa adalah mengukur kinerja routing AODV dengan beberapa matriks analisis yaitu *Packet Delivery Ratio* (PDR), *Routing Overhead* dan *Drop* pengiriman paket.

Packet Delivery Ratio dihitung dari perbandingan antara paket yang dikirim dengan paket yang diterima. *Packet Delivery Ratio* dihitung dengan menggunakan Persamaan (3-1), dimana *received* adalah banyaknya paket data yang diterima dan *sent* adalah banyaknya paket data yang dikirimkan.

$$PDR = \frac{received}{sent} \times 100 \quad (3-1)$$

Drop Packet yaitu jumlah paket yang tidak sampai di tujuan yang bisa didapatkan melalui Persamaan (3-2) sebagai berikut.

$$Drop\ Packet = \frac{packet_{sent} - packet_{received}}{packet_{sent}} \times 100\% \quad (3-2)$$

Routing overhead adalah jumlah paket kontrol routing yang ditransmisikan per data paket yang terkirim ke tujuan selama simulasi terjadi. Paket routing yang ditransmisikan terdiri dari RREQ, RREP, dan RERR. Rumus dari *Routing overhead* (RO) dapat dilihat pada Persamaan (3-3) adalah sebagai berikut.

$$RO = RREQ_{sent} + RREP_{sent} + RERR_{sent} \quad (3-3)$$

3.4 Skenario Uji Coba dan Evaluasi

Untuk mengevaluasi kinerja IEEE 802.11p kita menggunakan dua alat simulasi: mobilitas generator SUMO dan *VanetMobiSim* serta NS-2 untuk simulasi model jaringan *vehicular*. Hal pertama yang dilakukan adalah memodelkan kinerja saluran jaringan nirkabel atau set saluran untuk menghitung kekuatan sinyal transmisi di stasiun penerima. Lalu mendeteksi pergerakan node vehicular dengan tool simulasi mobilitas. Kinerja saluran nirkabel dihitung berdasarkan parameter dari VANET. Parameter yang dimodelkan menjelaskan tool simulasi NS-2 dan menganalisa hasil dari metriks analisis yang digunakan untuk mengimplementasikan kinerja dari IEEE 802.11p.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN UJI COBA

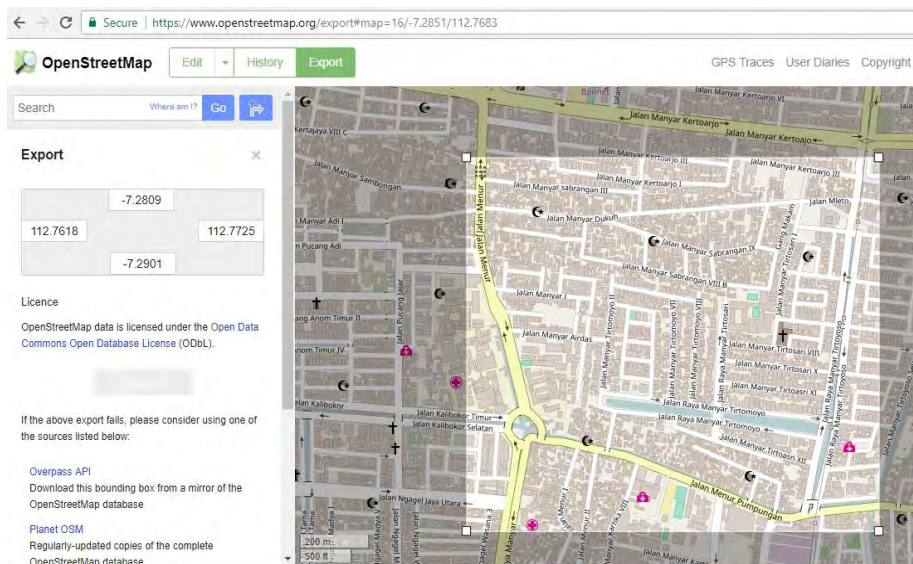
Bab ini merupakan bahasan mengenai implementasi dari perancangan sistem yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya.

4.1 IMPLEMENTASI

Implementasi skenario pergerakan pada VANET dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu implementasi skenario peta map OSM pada SUMO, Implementasi peta map OSM pada VanetMobisim, dan Implementasi Skenario NS-2.

4.1.1 Implementasi Skenario Map OSM SUMO

Peta Kota Surabaya digunakan untuk implementasi skenario peta map OSM yang diambil dari openstreetmap.org dengan cara menandai kota Surabaya, jalan Menur kemudian di-*ekspor* dan secara otomatis akan dilakukan pengunduhan oleh program melalui *browser* yang menghasilkan *file* berekstensi .osm seperti pada Gambar 4.1.

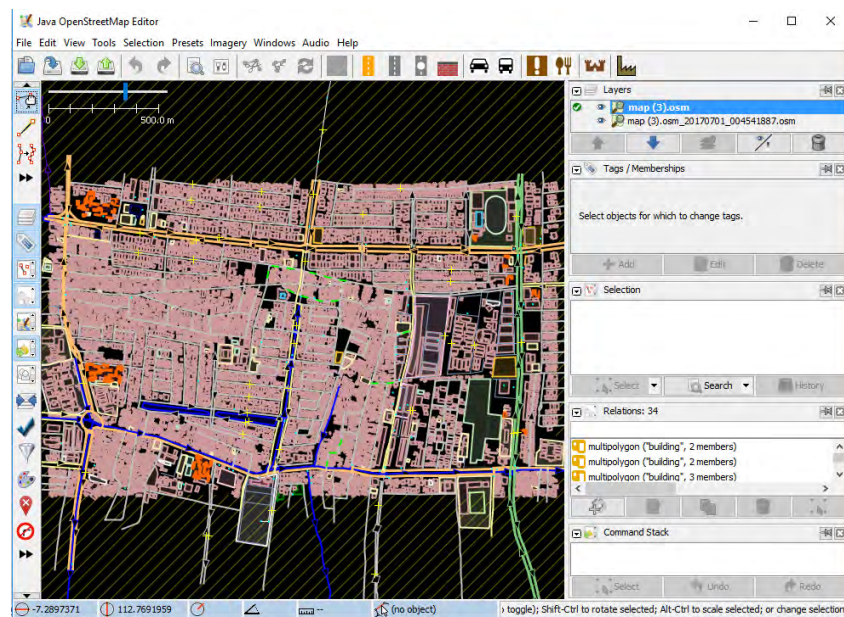


Gambar 4.1 Eksport peta OpenStreetMap

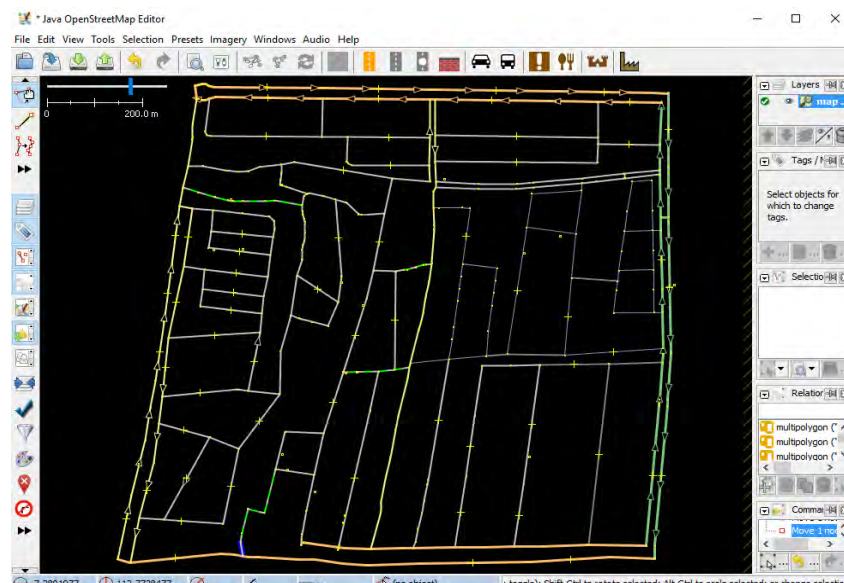
Setelah melakukan *Eksport*, selanjutnya peta tersebut disimpan kedalam suatu direktori. *File* yang dihasilkan berekstensi .OSM. *File* ini kemudian disunting menggunakan *Java OpenStreetMap Editor* (JOSM).

Di dalam aplikasi ini, penyuntingan dilakukan untuk mengisi lampu lalu lintas pada persimpangan jalan besar. Jalan yang tidak digunakan dihapus dan dibuat agar menyerupai peta grid, termasuk bentuk dan ukuran peta. Gambar 4.2 menunjukkan proses sebelum *editing* pada JOSM.

Hasil setelah melakukan *editing* dapat dilihat pada Gambar 4.3. Rute-rute buntu dihapus dan rute-rute yang putus dihubungkan agar menyerupai peta grid. Lampu lalu lintas juga ditambahkan pada setiap persimpangan jalan.



Gambar 4.2 Hasil *ekspor* peta jalan Menur Kota Surabaya pada JOSM



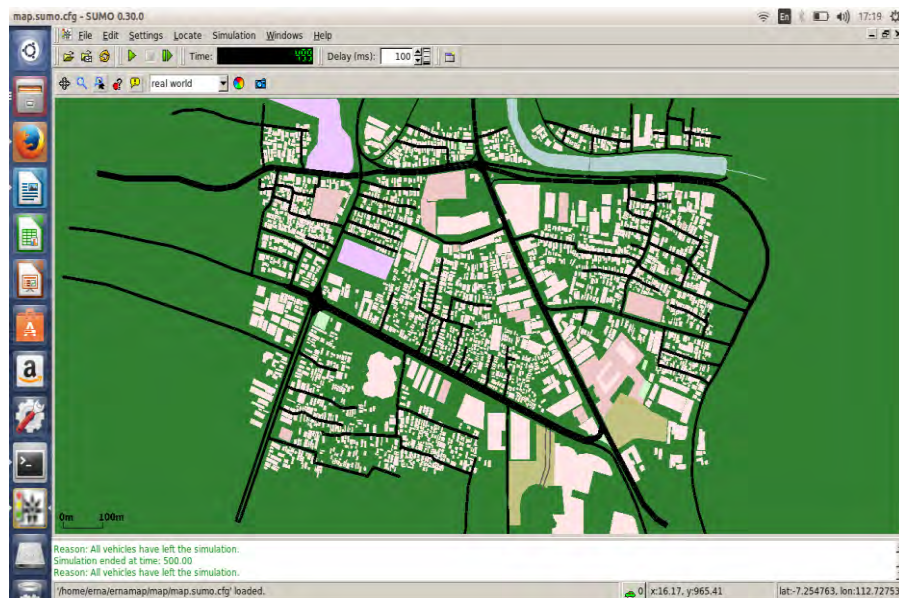
Gambar 4.3 Hasil *editing* peta jalan Menur pada JOSM

Setelah peta map OSM terbentuk, selanjutnya dilakukan implementasi pergerakan kendaraan atau *node* ke dalam peta dengan menggunakan *randomTrips.py* seperti terlihat pada Gambar 4.4.

```
$ python /home/erna/sumo/sumo-0.30.0/tools/randomTrips.py  
-n map.net.xml -e 100
```

Gambar 4.4 Perintah *randomTrips.py* peta map OSM

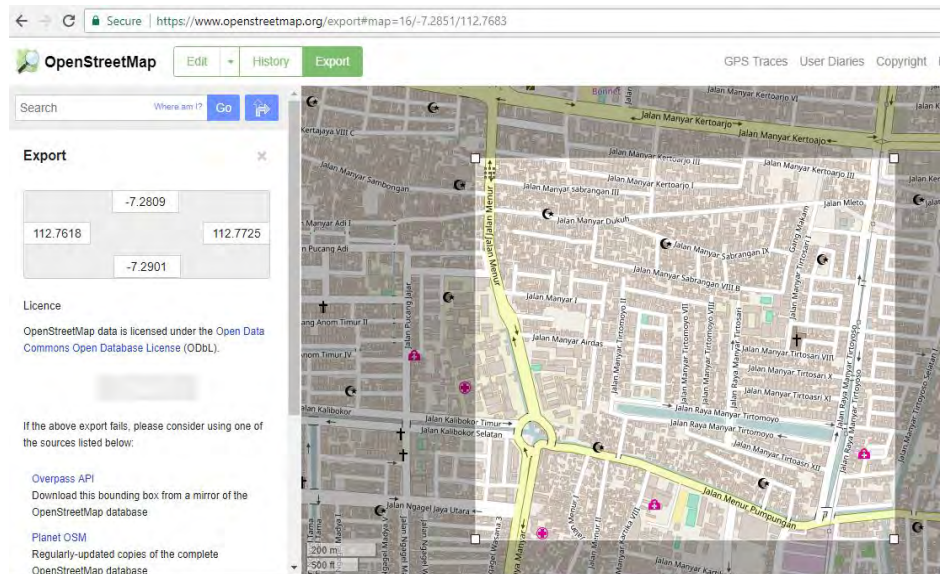
File .sumocfg harus disimpan pada direktori yang sama dengan *map.net.xml* dan *map.rou.xml*. Dalam percobaannya, berkas *sumocfg* inilah yang akan dijalankan melalui *sumo-gui*. Pada tampilan GUI dari SUMO terlihat pergerakan kendaraan atau *node* pada beberapa persimpangan jalan dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Mobilitas Pergerakan Kendaraan pada peta map OSM

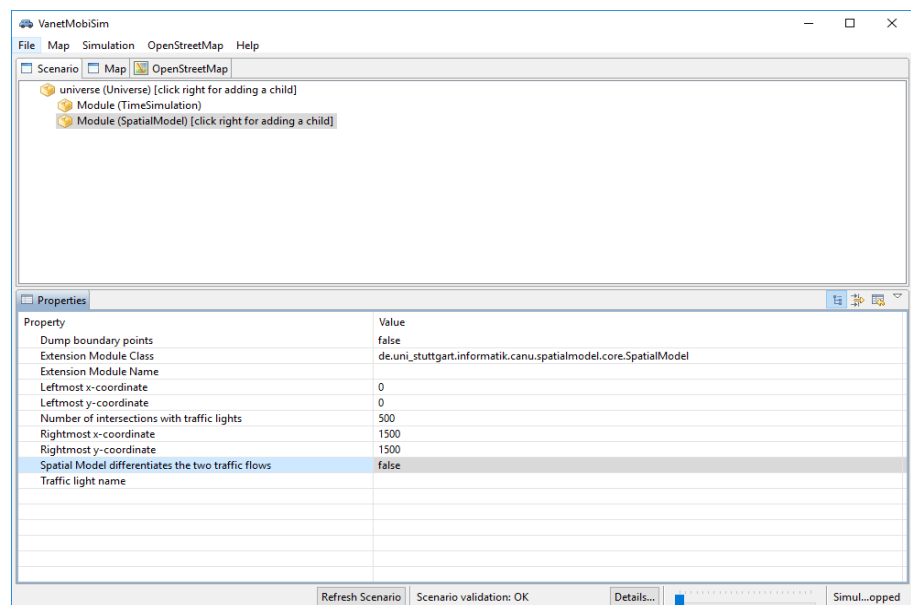
4.1.2 Implementasi Skenario Map OSM Pada VanetMobisim

Peta jalan Menur, Surabaya digunakan untuk implementasi skenario peta OSM yang diambil dari openstreetmap.org dengan cara menandai lokasi sekitar jalan Menur kemudian diekspor dan secara otomatis akan dilakukan pengunduhan oleh program melalui *browser* yang menghasilkan *file* berekstensi *.osm* seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Eksport peta OpenStreetMap

Pembuatan skenario grid pada VanetMobisim dilakukan secara manual, dengan menggunakan *tools-tools* yang telah diberikan oleh VanetMobisi. *Tools* yang digunakan antara lain: *Select*, *Marquee*, *Road Element*, *Junction*. Tahap awal yang dilakukan yaitu menentukan luas area peta, yaitu sebesar 1500m x 1500m. Penentuan luas area ini dapat dilakukan dengan menggunakan modul *SpatialModel* pada menu *Scenario*. Pada bagian *Properties*, ditentukan nilai luas area 1500 pada *Rightmost X-Coordinate* dan nilai 1500 pada *Rightmost Y-Coordinate*. Gambar 4.7 menunjukkan hasil pembentukan luas area peta.



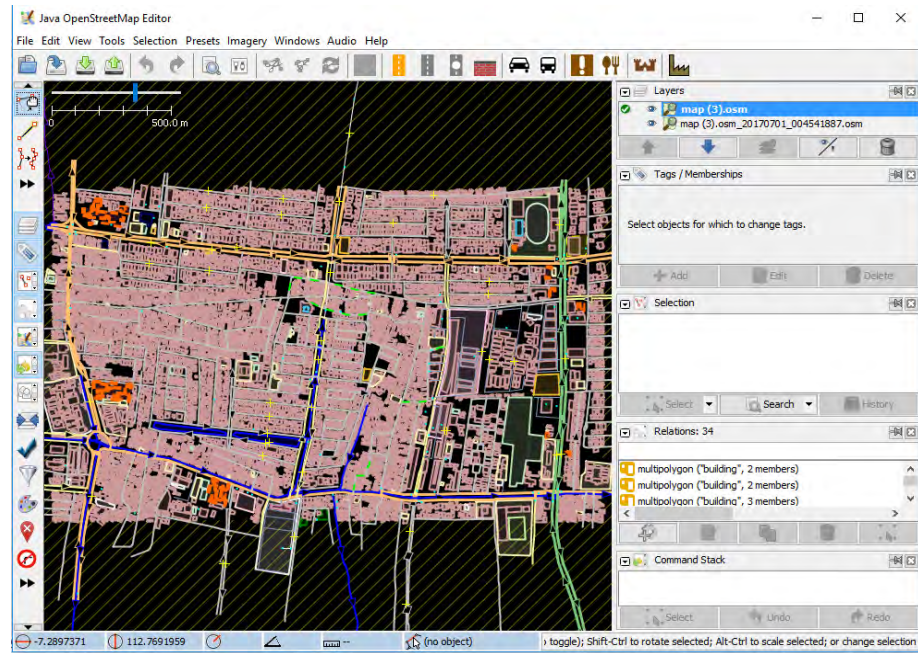
Gambar 4.7 Menentukan luas area peta pada *VanetMobisim*

Peta hasil generate dari OSM ini berupa jalur-jalur bagi kendaraan. Pada jalur-jalur tersebut akan membentuk *junction* beserta *road element*. Namun, pada VanetMobisim tidak ada fitur yang dapat menghapus dalam skala besar jalur-jalur yang tidak dipakai dalam simulasi.

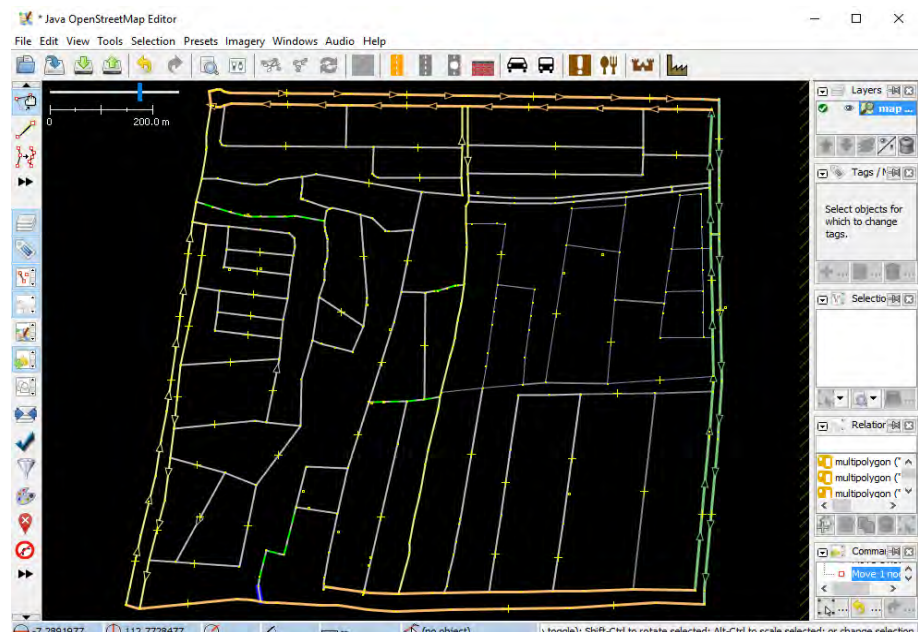
Setelah melakukan *Eksport*, selanjutnya peta tersebut disimpan kedalam suatu direktori. *File* yang dihasilkan berekstensi .OSM. *File* ini kemudian disunting menggunakan *Java OpenStreetmap Editor* (JOSM). Di dalam aplikasi ini, penyuntingan dilakukan untuk mengisi lampu lalu lintas pada persimpangan jalan besar. Jalan yang tidak digunakan akan dihapus dan dibuat agar menyerupai peta grid, termasuk bentuk dan ukuran peta. Gambar 4.8 menunjukkan proses sebelum *editing* pada JOSM.

Hasil setelah melakukan *editing* dapat dilihat pada Gambar 4.9. Rute-rute buntu dihapus dan rute-rute yang putus dihubungkan agar menyerupai peta grid. Lampu lalu lintas juga ditambahkan pada setiap persimpangan jalan.

VanetMobisim versi 2.0 mempunyai fasilitas yang dapat membuat peta secara riil atau nyata dengan bantuan OpenStreetMap. Tidak hanya itu, juga terdapat fitur untuk melakukan *import* berkas *file* dari OSM, sehingga dapat dilakukan *import file* pada berkas hasil editan menggunakan JOSM. Pada menu *OpenStreetMap* di dalam VanetMobisim, dilakukan *import* hasil penandaan sebelumnya.

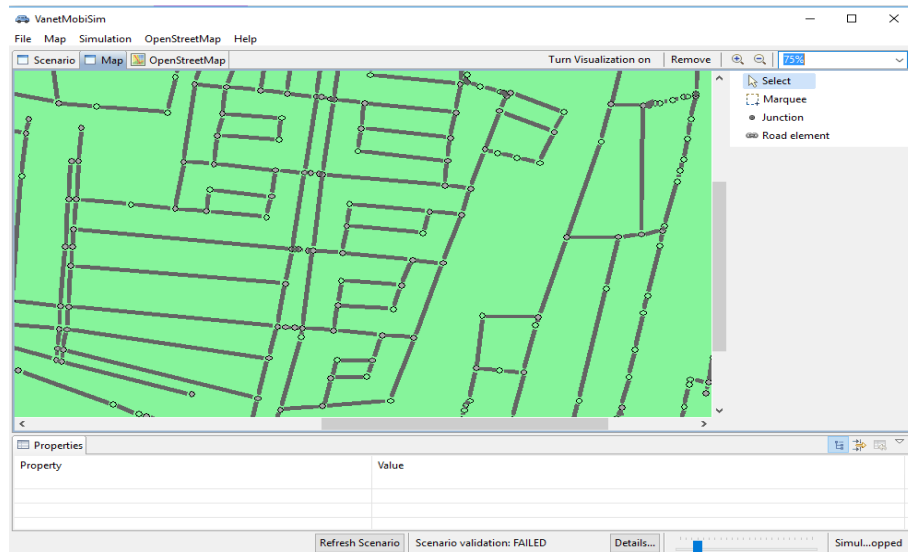


Gambar 4.8 Hasil *eksport* sebelum diedit peta jalan Menur



Gambar 4.9 Hasil *editing* peta jalan Menur pada JOSM

Peta hasil generate dari OSM ini berupa jalur-jalur bagi kendaraan. Pada jalur-jalur tersebut akan membentuk *junction* beserta *road element*. Namun, pada VanetMobisim tidak ada fitur yang dapat menghapus dalam skala besar jalur-jalur yang tidak dipakai dalam simulasi. Hasil seperti pada Gambar 4.10 merupakan hasil import dari OpenStreetMap yang ada pada VanetMobisim.



Gambar 4.10 Hasil import dari OpenStreetMap

4.1.3 Implementas Skenario NS-2

Simulasi yang diterapkan pada Network Simulator 2 (NS-2) dilakukan dengan menambahkan sejumlah skrip simulasi yang berguna dalam implementasi NS-2. Skrip simulasi dibuat dengan menggunakan program teks editor pada Sistem Operasi yang digunakan, yaitu Linux, dan disimpan dalam sebuah direktori dengan ekstensi .tcl, contoh naka.tcl.

```
set par1 [lindex $argv 0]
set par2 [lindex $argv 1]
set par3 [lindex $argv 2]

set val(chan) Channel/WirelessChannel      ;# channel type
set val(prop) Propagation/$par1            ;# radio-propagationmodel
```

```
set val(ifq) Queue/DropTail/PriQueue      ;# interface queue type
set val(ll) LL                             ;# link layer type
set val(ant) Antenna/OmniAntenna          ;# antenna model
set val(ifqlen) 100                       ;# max packet in ifq
set val(rp) AODV                           ;# routing protocol
set val(x) 1010 set val(y) 1010 set val(seed) 0.0
```

Pada tiap baris skrip diatas menjelaskan tipe *channel* yang digunakan dan model propagasi untuk simulasi yaitu menggunakan TwoRayGround dan Nakagami. *Network interface* juga ditambahkan pada skrip ini. Skrip ini berisi jumlah node, *routing protocol* AODV, koordinat topologi x dan y sebesar 1010, dan waktu simulasi berakhir pada detik 300,0.

Secara khusus telah ditambahkan beberapa konfigurasi untuk mensimulasikan jaringan WAVE dengan standar 802.11p secara detailnya seperti terlihat pada skrip dibawah ini yang merupakan setting di sisi physical layer dengan parameter sebagai berikut.

```
# 802.11p default parameters
```

```
Phy/WirelessPhyExt set CStresh_          3.9810717055349694e-13 ;
Phy/WirelessPhyExt set Pt_                0.001                    ;
Phy/WirelessPhyExt set freq_              5.9e+9                    ;
Phy/WirelessPhyExt set noise_floor_       1.26e-13                 ;
Phy/WirelessPhyExt set L_                 1.0                      ;
Phy/WirelessPhyExt set PowerMonitorThresh_ 3.981071705534985e-18 ;
Phy/WirelessPhyExt set HeaderDuration_    0.000040                   ;
Phy/WirelessPhyExt set BasicModulationScheme_ 0                        ;
Phy/WirelessPhyExt set PreambleCaptureSwitch_ 1                        ;
Phy/WirelessPhyExt set DataCaptureSwitch_  1                        ;

Phy/WirelessPhyExt set SINR_PreambleCapture_ 3.1623;                ;
Phy/WirelessPhyExt set SINR_DataCapture_    10.0;                    ;
Phy/WirelessPhyExt set trace_dist_          1e6;                      ;
```

```
Mac/802_11Ext set CWMin_                  15
Mac/802_11Ext set CWMax_                  1023
Mac/802_11Ext set SlotTime_               0.000013
Mac/802_11Ext set SIFS_                   0.000032
Mac/802_11Ext set ShortRetryLimit_        7
Mac/802_11Ext set LongRetryLimit_         4
Mac/802_11Ext set HeaderDuration_         0.000040
Mac/802_11Ext set SymbolDuration_        0.000008
Mac/802_11Ext set BasicModulationScheme_  0
Mac/802_11Ext set use_802_11a_flag_       true
Mac/802_11Ext set RTSThreshold_           2346
Mac/802_11Ext set MAC_DBG                 0
```

Skrip diatas merupakan pengaturan *transmitting range* saat dilakukan simulasi. *CStresh_* (Carrier Sense Threshold) meruakan paket yang tiba pada sebuah node dengan level daya. *CStresh* bahwa nilai *range* yang dapat dicapai 3.9810717055349694e-13 atau setara dengan -94 dBm dan

PowerMonitorThresh_ (Receiver Sensitivity Treshold) diperoleh nilai $3.981071705534985e-18$ atau setara -174dBm . *CPTresh_* (Capture Phenomenon) merupakan *signal packet*. *Pt_* (*transmit power*), *freq_* (*frequency*), dan *L_* (*System Loss*), dan *noise_floor* merupakan nilai untuk *bandwidth* 10MHz.

```
#configure RF model parameters
Antenna/OmniAntenna set Gt_ 1.0
Antenna/OmniAntenna set Gr_ 1.0
Propagation/Nakagami set use_nakagami_dist_ true
Propagation/Nakagami set gamma0_ 2.0
Propagation/Nakagami set gamma1_ 2.0
Propagation/Nakagami set gamma2_ 2.0
Propagation/Nakagami set d0_gamma_ 200
Propagation/Nakagami set dl_gamma_ 500
Propagation/Nakagami set m0_ 1.0
Propagation/Nakagami set m1_ 1.0
Propagation/Nakagami set m2_ 1.0
Propagation/Nakagami set d0_m_ 80
Propagation/Nakagami set dl_m_ 200
for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
    set node_($i) [$ns_ node]
    $node_($i) random-motion 0;# disable
    random motion
}
puts "Loading connection pattern..."

source $val(cp)

puts "Loading scenario file..."

source $val(sc)

for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
    $ns_ initial_node_pos $node_($i) 20
}
for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
    $ns_ at $val(stop).000000001 "$node_($i) reset";
}
$ns_ at $val(stop).000000001 "puts \"NS EXITING...\"";
$ns_ halt"

proc stop {} {
    # global ns_ tracefd namtrace
    global ns_ tracefd
    $ns_ flush-trace
    close $tracefd
    # close $namtrace
}
puts "Start Simulation..."
$ns_ run
```

Pada skrip diatas merupakan bagian untuk mengakhiri simulasi. Keluaran yang dihasilkan berupa *Trace File* yang digunakan untuk analisis metrik.

4.1.4 Implementasi Metrik Analisa

Parameter-parameter yang akan dihitung dan dianalisis yaitu *Packet Delivery Ratio* (PDR), *Routing Overhead* (RO) dan *Packet Drop*. Perhitungan analisis dilakukan dengan menggunakan *Trace File* yang telah diperoleh dari NS-2, yaitu *file* dengan ekstensi *.tr*.

1. *Packet Delivery Ratio (PDR)*

Implementasi perhitungan *Packet Delivery Ratio* dimulai dengan perhitungan jumlah paket terkirim yang dilakukan oleh *node* 1 dan jumlah paket data yang diterima oleh *node* 0 dalam satu *trace file*. Penambahan jumlah paket yang terkirim apabila pada baris *trace* yang bersangkutan memenuhi kondisi yang terdapat *type identifier* 's' yang menunjukkan *sent packet*. Selanjutnya dicari waktu awal simulasi kemungkinan muncul banyak *node*, serta kolom yang menunjukkan *node* pengirim yaitu *node* 1. Nilai dari *trace level* dan tipe paket, yaitu AGT dan CBR (*Constant Bit Rate*).

Akumulasi yang dilakukan terhadap jumlah paket yang diterima terjadi apabila pada baris yang bersangkutan memenuhi kondisi berisi tipe *identifier* 'r' yang menunjukkan *received packet*. Untuk selanjutnya, ketentuan kondisi pada kolom sama seperti kondisi saat pengiriman paket. Nilai jumlah paket diterima oleh *node* 0 yang telah dikalkulasikan akan dibagi dengan jumlah paket yang terkirim. Perhitungan dilakukan hingga mencapai baris terakhir pada *trace file*. Hasilnya merupakan hasil hitung nilai *Packet Delivery Ratio* pada sebuah simulasi skenario, termasuk nilai *transmitted packet* dan jumlah paket yang diterima.

2. *Routing Overhead (RO)*

Implementasi perhitungan *Routing Overhead* dari AODV dimulai dari menghitung jumlah baris yang mengandung tipe *identifier* dengan huruf 's'. Selanjutnya menentukan kondisi yang di *identifier* yang mengandung nilai 'RTR' dan 'AODV'. Perhitungan dilakukan hingga mencapai baris terakhir pada *trace file*.

3. *Packet Drop (PD)*

Implementasi perhitungan *Packet Drop* dari AODV digunakan sebagai salah satu penyebab terjadinya perbedaan nilai yang dihasilkan oleh PDR dan RO. Perhitungan diawali dengan mencari jumlah baris yang mengandung tipe identifier dengan huruf D pada kolom yang diidentifikasi. Selanjutnya menentukan kondisi kolom ke-3 dan ke-7 yang mengandung nilai ‘_0_’ dan ‘cbr’. Perhitungan dilakukan hingga mencapai baris terakhir pada *trace file*.

4.2 UJI COBA

Pada bab ini akan dibahas pengujian yang telah dilakukan terhadap skenario NS-2 yang dibuat. Pengujian fungsionalitas dibagi menjadi beberapa skenario pengujian.

4.2.1 *Lingkungan Platform*

Percobaan dilakukan pada *notebook* yang sudah terpasang Sistem Operasi Linux Ubuntu 14.04 LTS 64-bit termasuk program NS-2 didalamnya. Pada Linux juga dilakukan perancangan dan uji coba terhadap SUMO (Simulation of Urban Mobility) sebagai objek penelitian. Sedangkan pada VanetMobisim, digunakan Sistem Operasi Windows 10 64-bit. Spesifikasi komputer yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan oleh Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Spesifikasi Komputer yang Digunakan

Komponen	Spesifikasi
CPU	Intel(R) Core(TM) i3-2410QM CPU @ 2.30GHz (4CPUs)
Sistem Operasi	Windows 10 Pro 64-bit (VanetMobisim), Linux Ubuntu 14.04 LTS 64-bit (SUMO & NS-2)
RAM	4 GB DDR3
Media Penyimpanan	500 GB

Tabel 4.2 Kriteria Pengujian

Kriteria	Spesifikasi
Jumlah Node	10, 50,100
Kec. Maks Node (m/s)	15
Percobaan	5 file percobaan per jumlah node
Pergerakan	Random (Acak)
Posisi Awal Node	Random (Acak)
Output	*.tcl

Berdasarkan kriteria pengujian diatas, dilakukan uji coba yang menghasilkan berkas yang mengandung mobilitas dan posisi yang bervariasi pada setiap node. Selanjutnya hasilnya dimasukkan kedalam simulator NS-2 untuk implementasi *routing protocol* AODV, sehingga akan diperoleh hasil *Trace File* mengenai *routing packet* yang terjadi antar *node*.

4.2.2 Analisis Skenario NS-2

Hasil uji coba dalam menjalankan program simulasi skenario laju transmisi *packet* untuk masing-masing matriks analisis berupa *Trace File*.

1. Analisis *Packet Delivery Ratio*

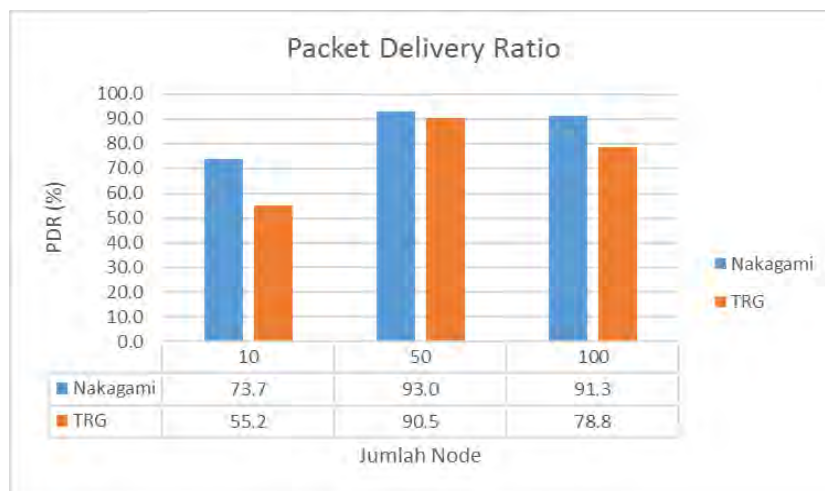
Berdasarkan Tabel 4.3 dan grafik pada Gambar 4.11 dapat dianalisis bahwa performansi matriks *Packet Delivery Ratio* dari *routing protocol* AODV pada model propagation Nakagami (garis biru) lebih baik dibandingkan dengan perfomansi *routing protocol* AODV pada *TwoRayGround* (garis *orange*). Hasil uji coba nilai rata-rata perhitungan dikelompokkan ke dalam tabel berikut.

Tabel 4.3 Analisa *Packet Delivery Ratio* Skenario NS-2

Jumlah Node atau Kendaraan	PDR (%)	
	TRG	Nakagami
10	55.2	73.7
50	90.5	93.0
100	78.8	91.3

Nilai PDR yang diperoleh untuk keduanya berkisar antara 50%-95%. Jika pengiriman packet berkurang, maka nilai dari PDR semakin

meningkat dikarenakan paket yang terkirim nilainya berimbang dengan jumlah node atau kendaraan, sehingga pengiriman paket data lebih banyak yang berhasil. Performa model propagasi *TwoRayGround* mengalami penurunan ketika node atau kendaraan berjumlah 100 yaitu nilai selisih sebesar 11,7.



Gambar 4.11 Grafik *Packet Delivery Ratio* model propagation TRG dan Nakagami

Perubahan nilai yang sangat signifikan pada terjadi pada saat node berjumlah 10 performa dari *TwoRayGround* meningkat sekitar 35,3% bila dibandingkan dengan Nakagami hanya meningkat 19,3%. Namun perfoma ini dapat lebih baik tergantung jumlah node yang bergerak. Pada jumlah node atau kendaraan sekitar 100 sekitar *TwoRayGrond* mengalami penurunan sekitar dengan selisih 11,7% sedangkan nilai performansi dari Nakagami mengalami penurunan performansi sekitar 1,7%. Jadi performansi model propagasi Nakagami ini stabil seiring dengan bertambahnya jumlah kendaraan atau *node*. Berkurangnya performa protokol AODV untuk masing-masing model propagasi kemungkinan disebabkan oleh terputusnya komunikasi antar kendaraan sekitar dan jarak antenna penerima karena pengiriman *node* semakin kecil.

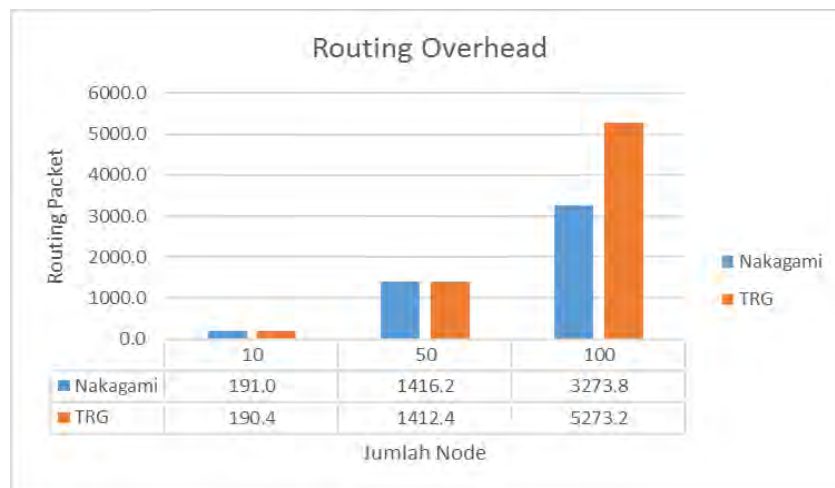
2. Analisis *Routing Overhead*

Pada pengujian performa protokol AODV dengan menggunakan *TwoRayGround* dan Nakagami dilakukan dengan memvariasikan jumlah

node hal ini menunjukkan bahwa nilai *Routing Overhead* pada Nakagami dan *TwoRayGround* secara signifikan mengalami kenaikan yang stabil dan tajam seiring dengan penambahan jumlah kendaraan dalam simulasi (lihat Tabel 4.4 dan Gambar 4.12).

Tabel 4.4 Analisa *Routing Overhead* Skenario NS-2

Jumlah Node atau Kendaraan	<i>Routing Overhead</i>	
	TRG	Nakagami
10	190.4	191.0
50	1412.4	1416.2
100	5273.2	3273.8



Gambar 4.12 Grafik *Routing Overhead* model propagation TRG dan Nakagami

Dari tabel dan grafik diatas dapat hasil analisis *routing overhead* menunjukan bahwa pada penambahan jumlah node atau kendaraan 50 untuk kedua model propagasi mengalami kenaikan yang stabil. Pada Gambar 4.12 perubahan nilai yang sangat signifikan juga terjadi saat node berjumlah 100, model propagasi Nakagami mengalami kenaikan sekitar 1857,6 sedangkan untuk model propagasi *TwoRayGround* mengalami kenaikan yang tajam dan signifikan dengan selisih sekitar 3860,8. Kenaikan performa *routing overhead* pada Nakagami cenderung lebih baik daripada *TwoRayGround*.

Pergerakan *node* saat terjadi pengiriman paket menyebabkan nilai *Routing Overhead* pada *routing protocol* AODV untuk model

propagasi Nakagami lebih stabil walaupun tidak mengalami kenaikan yang tajam seperti pada *TwoRayGround* ini disebabkan transmisi paket data antara *node* 1 ke *node* 0 lebih cepat selesai untuk satu kali pengiriman paket dan tidak ada *forwarded packet*.

3. Analisis *Packet Drop*

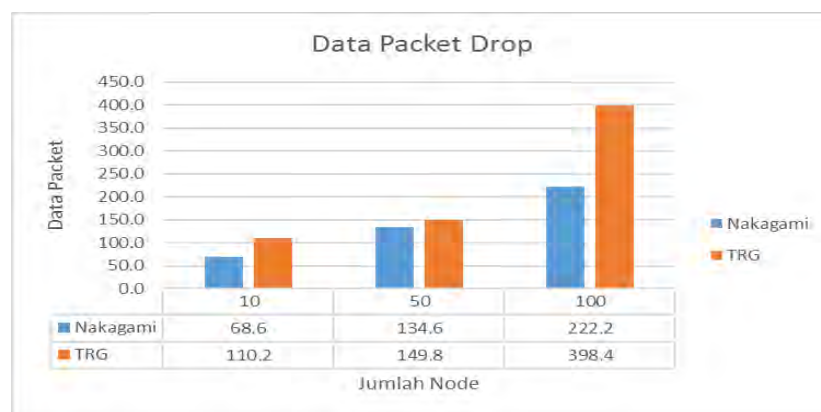
Hasil analisis yang dilakukan pada metrik-metrik diatas menyebabkan perbedaan diantara kedua model propagasi, yaitu *TwoRayGround* dan Nakagami. Faktor-faktor yang menyebabkan adanya perbedaan ini mengacu pada penyebaran packet transmit dan pergerakan node yang terjadi. *Packet Drop* mempengaruhi kedua matriks PDR dan RO karena semakin banyak paket yang *drop* maka nilai PDR nya pun akan semakin rendah. Semakin tingginya nilai RO maka *packet drop* semakin rendah dikarenakan pencarian rute lebih cepat dilakukan seiring bertambahnya jumlah *node*. Terputusnya komunikasi antar kendaraan dalam jaringan dapat menyebabkan *drop* paket semakin besar.

Packet drop mempengaruhi hasil analisis kedua model propagasi pada laju transmisi *packet* saat jumlah node 50, *TwoRayGround* mengalami kenaikan nilai *packet drop* dengan selisih 39,6 dibandingkan dengan Nakagami mengalami kenaikan yang tajam pada saat node berjumlah 50 dengan selisih sebesar 66. Selanjutnya perubahan terjadi ketika penambahan 100 node, *TwoRayGround* mengalami kenaikan dengan selisih 248,6. Namun jika dibandingkan dengan model propagasi Nakagami memperoleh selisih 87,6 lebih baik dibandingkan *TwoRayGround* sehingga paket *drop* semakin kecil.

Berikut adalah nilai rata-rata *Packet Drop* yang terjadi saat penghitungan skrip *Trace File* pada simulasi NS-2.

Tabel 4.5 Analisa *Packet Drop* pada *TwoRayGround* dan Nakagami

Jumlah Node atau Kendaraan	<i>Packet Drop</i>	
	TRG	Nakagami
10	110.2	68,6
50	149.8	134.6
100	398.4	222.2



Gambar 4.13 Grafik *Packet Drop* Model Propagasi TRG dan Nakagami

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

PENUTUP

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan yang diambil selama pengerjaan Tesis ini dan saran-saran tentang pengembangan yang dapat dilakukan terhadap penelitian ini di masa yang akan datang.

5.1. KESIMPULAN

Terdapat dua hal yang menjadi kesimpulan dalam pengerjaan ujicoba dalam Tesis ini adalah sebagai berikut:

5.1.1. Analisa Pengaruh Kinerja Protokol Routing AODV

Setelah melakukan studi kinerja adalah hal-hal yang dapat mempengaruhi nilai *Packet Delivery Ratio (PDR)*, *Routing Overhead (RO)* dan *Packet Drop (PD)* yang dihasilkan dari model propagasi *TwoRayGround* dan Nakagami adalah sebagai berikut:

1. Pergerakan node secara acak.
2. Lingkungan simulasi.
3. Kecepatan node atau kendaraan.
4. Jarak antar node pada saat transmisi
5. Ketinggian antenna.

Dari hasil percobaan pada skenario protocol AODV, didapatkan nilai PDR, RO dan PD dengan model transmisi Nakagami lebih baik dan bagus daripada nilai PDR, RO dan PD dengan model transmisi *TwoRayGround* sehingga performa model transmisi Nakagami terlihat lebih stabil secara keseluruhan dibandingkan model transmisi *TwoRayGround*.

5.1.2. Menganalisa Hasil Ujicoba Model Propagasi Nakagami dan TwoRayGround

Analisa dari pengujian yang telah dilakukan pada masing-masing skenario mendapatkan hasil sebagai berikut:

- Nilai PDR pada model propagasi Nakagami dan *TwoRayGround* yang mengalami kenaikan dengan selisih 2,5% pada saat penambahan node atau kendaran sebesar 50 unit. Namun ketika

jumlah kendaraan dalam skenario mencapai 100 unit, PDR mulai menurun pada model propagasi *TwoRayGround* dengan selisih 11,7 jarak antena penerima yang menyebabkan putusnya pengiriman paket sehingga terjadi *packet drop*.

- *Routing Overhead* pada percobaan model propagasi Nakagami dan *TwoRayGround* mengalami kenaikan yang sangat signifikan ketika jumlah node berjumlah 50-100 unit dalam skenario simulasi. Performa AODV pada analisis metric *Routing Overhead* untuk model propagasi Nakagami analisisnya lebih baik pada penambahan jumlah kendaraan 50 dan tetap stabil pada saat terjadi penambahan 100 node atau kendaraan pada waktu simulasi.
- Tingginya *packet drop* dapat menyebabkan semakin rendahnya pencarian rute seiring bertambahnya jumlah node dalam laju transmisi. Jika berkurangnya jumlah node atau kendaraan akan menyebabkan drop paket yang semakin besar.

5.2 SARAN

Dalam pengerjaan Tesis ini terdapat beberapa saran untuk perbaikan serta pengembangan sistem yang telah dikerjakan sebagai berikut:

- a. Penelitian ini perlu lebih memperhatikan pengolahan peta map OSM untuk mobilitas *generator* SUMO dan VanetMobisim.
- b. Perlu penambahan skema *traffic light* di dalam kedua generator traffic untuk skenario peta map OSM Surabaya yang dimuat pada OpenStreetMap karena masih memiliki kesalahan dalam implementasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abduladhim Ashtaiwi, Abdusadik Saoud, Ibrahim Almerhag. (2014). Performance Evaluation of Vanets Routing Protocols. Computer Science & Information Technology (CS & IT).
- [2] Arifin, M. S. Hadi, H. Amran and N. P. R. (2011). Analisis Performansi Routing AODV pada Jaringan VANet. Surabaya: ITS.
- [3] Bo Li, Mahdiah Sadat Mirhashemi, Xavier Laurent, Jinzi Gao. (2007). Wireless Access for Vehicular Environments. Task Group 5.
- [4] C. Perkins, E. Belding-Royer and S. Das. (2003). Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing. RFC 3561.
- [5] Hayder Mohammed Ali. (2013). Simulation and Analysis of Vehicular Ad-Hoc Networks in Urban and Rural Areas. University Of Vaasa Faculty Of Technology Telecommunication Engineering, 20 December.
- [6] J. Haerri, F. Filali and C. Bonnet. (2006). VanetMobiSim: Generating Realistic Mobility Patterns for VANETs. pp. 96-97.
- [7] Krajzewicz, Daniel, Jakob Erdmann, Michael Behrisch, and Laura Bieker. (2012). Recent development and applications of SUMO-Simulation of Urban MObility. International Journal On Advances in Systems and Measurements 5, no. 3&4.
- [8] Kastell K. (2016). Analysis of Planning Constraints for Wireless Access in Vehicular Environments with Respect to Different Mobility and Propagation Models. IEEE ICTON.
- [9] Morgan Y. L. (2010) Notes on DSRC & WAVE Standard Suite: Its Architecture, Design, and Characteristics. IEEE Communication Surveys & Tutorial. Vol.12(4). p.504-518.
- [10] My Driss Laanaoui, Pr. Said Raghy. (2013). Routing Protocol in Urban Environment for V2V communication Vanet. IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 10, Issue 1, No 3. January.
- [11] Shareen A. M. Ahmed, Sharifah H. S. Arifin, Norsheila Fisal. (2013). Overview of Wireless Access in Vehicular Environment (WAVE) Protocols and Standards. Indian Journal of Science and Technology, Vol 6(7). July.
- [12] Stephan Eichler. (2007). Performance Evaluation of the IEEE 802.11p WAVE Communication Standard. Institute of Communication Networks, Technische Universität München.
- [13] Pranav Kumar Singh. (2012). Influences of TwoRayGround and Nakagami Propagation model for the Performance of Adhoc Routing Protocol in VANET. International Journal of Computer Applications, (0975-8887) Volume 45- No.22. May.
- [14] Ramesh C. Poonia, Vikram Singh. (2012). Performance Evaluation of Radio Propagation Model for Vehicular Ad Hoc Networks Using Vanetmobisim and Ns-2. International Journal of Distributed and Parallel Systems (IJDPS). Vol.3, No.4. July.

- [15] Qureshi M. A., Noor R. Md. (2013). Towards Improving Vehicular Communication in Modern Vehicular Environment. International Conference on Frontiers of Information Technology.
- [16] Rahman Md. H. (2014). Impact of Two Realistic Mobility Model for Vehicular Safety Applications. International Conference On Informatics, Electronics & Vision.
- [17] Ros F. J., Ruiz P. M., Martinez J. A. (2014). A Survey on Modeling and Simulation of Vehicular Networks: Communications, Mobility, and Tools. Article in Computer Communications. May.
- [18] Tabatabaei S. A. H., Fleury M., Qadri N. N., and Ghanbari M. (2011). Improving Propagation Modeling in Urban Environments for Vehicular Ad Hoc Networks. IEEE Transactions On Intelligent Transportation Systems, Vol. 12, No. 3. September

BIODATA PENULIS



Erna Auparay, lahir di kota Jayapura pada tanggal 12 Februari 1988. Penulis adalah anak pertama dari tujuh bersaudara dan dibesarkan di kota Nabire, Papua. Penulis menempuh pendidikan formal di SD YPK Sion Nabire (1995-2001) SMP Neg. 1 Nabire (2001-2003), dan SMA YPPK Adhi Luhur (2003-2006). Pada tahun 2006-2011, penulis melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Informatika, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura. Pada tahun 2012 bulan November, penulis bekerja pada sebuah LSM penanganan AIDS di kota Nabire. Lalu pada tahun 2013-2014 penulis bekerja pada sebuah Lembaga Sosial sebagai Asisten MIS. Pada tahun 2015-2017, penulis melanjutkan pendidikan Magister S2 di Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Jawa Timur. Di Jurusan Teknik Informatika, penulis mengambil bidang minat Komputasi Berbasis Jaringan. Penulis mempunyai ketertarikan dalam bidang musik seperti bermain alat music masih dalam skala belajar, juga menciptakan dan mengaransemen lagu. Penulis juga mempunyai hobi bermain *game* (desktop dan mobile). Penulis dapat dihubungi melalui alamat email ernaworabay@yahoo.com.